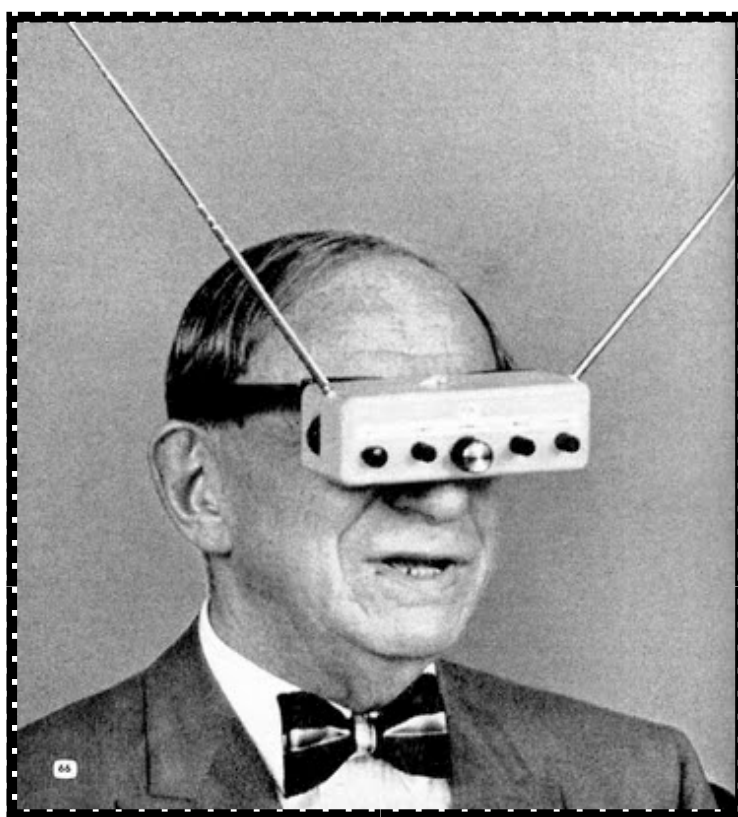


‘Mobile Augmented Reality’ voor het Onderwijs



Courtesy of “[Window to The Future](#)” door Steve Kosareff

Auteurs: Stefaan Ternier, Marcus Specht, Fred de Vries, Tim de Jong, Dirk Börner, allen werkzaam bij het Centre for Learning Sciences and Technologies van de Open Universiteit

Datum 23.03.2010

In opdracht van SURFnet/Kennisnet Innovatieprogramma

Het SURFnet/ Kennisnet Innovatieprogramma wordt financieel mogelijk gemaakt door het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.



Voor deze publicatie geldt de Creative Commons Licentie "Attribution 3.0 Unported".
Meer informatie over deze licentie is te vinden op <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

Inhoudsopgave

1.	Mobiel leren	4
1.1.	Augmented Reality	5
2.	Onderzoeksvraag en afbakening.....	8
2.1.	Hoofdvraag	8
2.2.	Deelvragen	8
2.3.	Afbakening.....	8
2.4.	Definities.....	9
2.5.	Platformen	10
2.5.1.	Apple iPhone OS	10
2.5.2.	Google Android.....	10
3.	Interactie patronen met augmented reality	11
3.1.	Head-Up Display (HUD)	11
3.2.	Tricorder	13
3.3.	Holochess.....	15
3.4.	Röntgen visie patroon.....	17
3.5.	Conclusie.....	18
4.	Educatieve toepassing van mobiele augmented reality.....	19
4.1.	Geolocatie kennislagen	22
4.2.	Getagde Omgevingen	24
4.2.1.	Getagde Artefacten.....	26
4.2.2.	Getagde Locaties	27
4.2.3.	Getagde attributen	28
5.	Technologieën voor mobiele augmented reality	29
5.1.	Augmented Reality Platforms	29
5.2.	Barcode Scanners	31
5.3.	Voorbeelden van augmented reality applicaties	34
5.3.1.	Augmented Reality Browsers	34
5.3.2.	Sociale Netwerken & Games.....	40
5.3.3.	Onderwijs.....	42
6.	Showcase Locatory	42
6.1.	Het spelconcept.....	43
6.2.	Locatory architectuur en realisatie.....	45
7.	Conclusie.....	49
8.	Referenties	51

Inleiding

In dit technology scouting rapport worden een aantal technologieën voor mobiele augmented reality (AR) besproken. De doelgroep waarvoor dit rapport geschreven is, is onderwijs en onderzoek. Vanaf hoofdstuk 6 wordt uitgegaan van enige kennis van ICT toepassingen.

In dit rapport wordt in hoofdstuk 2 een inleiding gegeven op het concept mobiel leren en augmented reality. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de onderzoeksvraag gedefinieerd en wordt het rapport verder afgebakend. In hoofdstuk 4 worden een aantal interactiepatronen uitgelicht die gebruik maken van AR technieken. Deze patronen worden toegelicht met voorbeelden en illustreren hoe gebruikers via AR op een andere manier kunnen omgaan met hun omgeving. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 de onderwijskundige mogelijkheden van AR geanalyseerd middels het beschrijven onderwijskundige patronen. Ook hier worden deze patronen geïllustreerd met voorbeelden voor diverse smartphones. In hoofdstuk 6 worden technologieën waarmee AR gerealiseerd kan worden in het onderwijs besproken. Het doel van hoofdstuk 5 is om aan de ene kant een overzicht te geven van applicaties die gedownload en –kant en klaar- gebruikt kunnen worden. Aan de andere kant zijn er ook een aantal technologieën waar technisch onderlegde gebruikers op kunnen verder bouwen. Hoofdstuk 7 beschrijft de Locatory showcase en illustreert hoe met behulp van die technologieën een GPS spel gemaakt werd dat gebruikt maakt van AR technieken.

1. Mobiel leren

Mobiele apparatuur (mobiele telefoons, smartphones, iPods, PDA's, enz.) is een snel groeiende markt. Wanneer deze toestellen gebruikt worden om het leerproces te ondersteunen wordt over mobiel leren gesproken.

Bij mobiel leren staat de mobiliteit van de gebruiker of lerende centraal. E-learning zorgde er reeds voor dat leren niet langer verbonden was aan een vaste plek. Mobiel leren gaat in die zin nog een stap verder en maakt leren overal mogelijk. Lerenden kunnen gebruik maken van mobiele apparatuur om onderweg te leren (bv. terwijl men op de bus wacht) maar ze kunnen ook onderweg leren via apparaten die niet mobiel zijn. Een beeldscherm in een treinstation informeert de gebruiker over de vertrektijden van treinen. Wanneer

zo'n beeldscherm de identiteit van de gebruiker(s) in de buurt zou kennen, kan het via filtering enkel de relevante informatie tonen. Met vast geïnstalleerde apparatuur kunnen complexe ubiquitous leerscenario's ondersteund worden, waarbij een slimme omgeving de gebruiker ondersteunt in het leerproces. Om de mobiele leeromgeving te synchroniseren met de leerdoelen en leercontext van de gebruiker zijn sensoren nodig. Bijvoorbeeld door gebruik te maken van een locatie sensor kunnen alleen taken of informatie getoond worden die relevant zijn voor leercontext van de gebruiker. Hoewel smartphones vaak enkel geassocieerd worden met bellen, muziek beluisteren, email en agenda beheer vormen ze tegenwoordig een rijke bron van sensoren en kunnen ze het leerproces op een andere manier ondersteunen.

- Een camera wordt normaal gebruikt om foto's te maken, maar kan ook gebruikt worden voor beeldherkenning. Dit komt aan bod in sectie 5.2 waar de camera op deze manier gebruikt wordt om barcodes te scannen en te herkennen.
- Een microfoon wordt gebruikt bij het bellen, maar kan ook als dictafoon gebruikt worden. Tegenwoordig bestaan er applicaties voor de smartphone die via de microfoon muziek kunnen analyseren en herkennen. Of, toegepast op leren bestaan er reeds prototypes die bij het leren van een vreemde taal, controleren of de uitspraak correct is.
- Een GPS en kompas helpen de locatie en de oriëntatie van een persoon te bepalen, waarmee bijvoorbeeld een kijkrichting afgeleid kan worden. Deze informatie kan gebruikt worden om een object of punt van interesse te identificeren.

Deze sensoren maken het mogelijk om nieuwe applicaties te ondersteunen die voorheen enkel op krachtige aangepaste hardware konden draaien. Dankzij die sensoren kunnen augmented reality scenario's tegenwoordig op verschillende bestaande mobiele platformen gerealiseerd worden.

1.1. Augmented Reality

De afgelopen jaren zijn de technologieën voor augmented reality doorontwikkeld van toepassingen die alleen draaien op grote krachtige werkstations tot toepassingen voor wearable computers en smartphones; de zogenaamde mobiele augmented reality.

De synchronisatie tussen leerdoel, leersituatie en leeromgeving - ook contextualisering genoemd - gaat in augmented reality een stap verder. In mobiele augmented reality applicaties worden sensor data zoals locatie, kijkrichting of herkende tags, gekoppeld met de video beelden die door de camera van een mobieltje gegenereerd worden. Dit maakt het mogelijk om objecten toe te voegen aan het gezichtsveld van een gebruiker en zo kan deze - vanuit zijn eigen perspectief op de werkelijkheid - extra informatie zien op het beeldscherm van het mobiele apparaat.

Het Christian Doppler laboratorium heeft recentelijk een overzicht van de ontwikkelingen van mobiele augmented reality gepubliceerd (<https://www.icg.tugraz.at/~daniel/HistoryOfMobileAR/>). In een tijdsbalk zijn de hoofdcomponenten van mobiele augmented reality beschreven zoals mobiele platforms, sensor systemen, Head-Up Displays, mobiele telefoons met geïntegreerde sensoren en verder de bereikte mijlpalen in type applicaties.

Het begrip augmented reality is oorspronkelijk beschreven als continuüm tussen virtual reality en real reality (Milgram en Kishino, 1994).



Afbeelding 1: Het continuüm tussen echte en virtuele omgevingen volgens Milgram en Kishino (1994)

De gangbare definities van augmented reality variëren. Wikipedia omschrijft het als "een gebied van computeronderzoek dat gaat over de combinatie van de echte wereld en de door computers gegenereerde data (virtuele realiteit), daar waar de grafische mogelijkheden van de computer overgaan in echte beelden in real time." Robert Rice beschrijft het begrip als volgt:

“Wanneer ik praat over augmented reality, probeer ik de definitie een beetje uit te breiden. Gewoonlijk, wanneer je met mensen praat over augmented reality is het projecteren van een 3D omgeving bovenop video, het eerste wat bij hen opkomt. Ik denk echter dat het beter zou gaan over iedere vorm van media die aangepast is aan je locatie, je context en wat je doet (of wilt doen)... en die je specifieke realiteit verrijkt of verbeterd.”

Deze laatste definitie geeft een breder perspectief op augmented reality. De context kan begrepen worden als een hoofdelement in de combinatie van de echte wereld en digitale media. In die zin combineert augmented reality via context voorwerpen uit de echte wereld met digitale media. Context zoals gedefinieerd in onderzoek naar context-aware systemen, biedt augmented reality systemen de mogelijkheid om informatie te filteren voor deze aan gebruikers gepresenteerd wordt (Zimmermann et al, 2005, Zimmermann et al, 2007). Hierbij kan gedacht worden aan het filteren van informatie voor een bepaalde locatie, object, of tijdsperiode of bijvoorbeeld aan het filteren van informatie op basis van de persoonlijke interesses van lerenden.

Dit rapport focust op een model dat de context van een lerende gebruikt als een filter voor de visualisatie en interactie in augmented reality. De locatie van een gebruiker is een belangrijke context parameter. Daarnaast kunnen tags, zoals semacodes of barcodes, via beeldherkenning bijdragen tot het definiëren van de context. Het apparaat weet via het scannen van zo'n tag welk voorwerp interesse opwekt bij de gebruiker of weet via het scannen van een (vaste) tag wat de locatie van de gebruiker is. Met name in een gesloten ruimte waar locatie bepaling via GPS niet mogelijk is, kan dit handig zijn.

2. Onderzoeksvraag en afbakening

2.1. Hoofdvraag

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt:

Welke mogelijkheden biedt augmented reality in de context van mobiel leren, wanneer deze toegepast wordt in het onderwijs?

2.2. Deelvragen

- Welke interactie patronen kunnen worden gebruikt met mobiele augmented reality?
- Welke educatieve patronen kunnen onderscheiden worden in mobiele applicaties voor augmented reality?
- Wat zijn de mogelijkheden van bestaande mobiele tools en platformen voor mobiele augmented reality?

2.3. Afbakening

Mobiel leren en augmented reality zijn twee brede domeinen waarbinnen heel wat onderzoek plaatsvindt. In hoofdstuk 4 en 5 wordt via een literatuurstudie een overzicht gegeven van interactie en educatieve patronen die relevant zijn voor mobiel AR leren. De patronen die in deze hoofdstukken aan bod komen zijn breed toepasbaar en kunnen ook zonder een smartphone gerealiseerd worden.

Vervolgens worden een aantal concrete applicaties uitgelicht en getest. In hoofdstuk 5 worden AR toepassingen behandeld die op een smartphone geïnstalleerd kunnen worden. De applicaties die in dit hoofdstuk aan bod komen zijn alleen getest met het Google Android en op Apple iPhone OS. Voor een aantal van deze applicaties bestaan er echter ook versies voor andere platformen zoals Microsoft Windows Mobile, Symbian en RIM Blackberry OS.

2.4. Definities

In dit rapport zullen een aantal termen vaak gebruikt worden. Om onduidelijkheden te voorkomen wordt hier een overzicht gegeven van de meest gebruikte termen.

Barcode

Een barcode is een representatie van data die door een machine gelezen kan worden via een scanner of camera. Een 1D barcode of streepjescode wordt vaak gebruikt om producten te labelen. Een 2D barcode kan, omdat er een extra dimensie gebruikt wordt, meer informatie bevatten dan een streepjescode. Er bestaan verschillende mobiele toepassingen, waarmee met behulp van de camera barcodes gescand kunnen worden. 2D barcodes worden vooral gebruikt om informatie uit te wisselen met smartphones. Verder worden ze gebruikt als markering voor augmented reality applicaties. Zogenaamde barcode markering verschaft informatie over de positie en richting en maakt het mogelijk om virtuele objecten te positioneren ten opzichte van de barcode.

Educatief patroon

Een educatief patroon beschrijft het gebruik van een mobiele augmented reality technologie om een educatieve doelstelling te implementeren. Een educatieve doelstelling is hierbij gekoppeld aan een theoretische achtergrond of is gekoppeld aan een theorie die beschrijft hoe het leerproces het beste ondersteund kan worden.

Interactiepatroon

Een interactiepatroon beschrijft hoe gebruikers met behulp van technologie met de wereld rondom hen in interactie treden. Zo wordt beschreven hoe een gebruiker communiceert (bv. met spraak, via een toetsenbord of door een bepaalde beweging te maken), hoe de technologie informatie presenteert (bv. via audio of via een beeldscherm) en wat de beperkingen zijn van het patroon (bv. de gebruiker heeft z'n handen niet vrij of de gebruiker is beperkt in zijn bewegingsvrijheid).

Point of Interest (POI)

Point of interest kan vrij vertaald worden naar 'nuttig plaats'. Deze term wordt vaak gebruikt in cartografie en navigatie software. In dit rapport wordt de term POI gebruikt wanneer het gaat over een concept of plaats die minimaal geografisch beschreven kan worden met een breedtegraad en een lengtegraad. Een POI browser is een programma waarmee POI's ontsloten en gevisualiseerd kunnen worden.

2.5. Platformen

2.5.1. Apple iPhone OS

Het besturingssysteem iPhone OS van Apple is ontworpen voor mobiele touchscreen apparaten zoals iPad, iPhone en iPod touch. Dit besturingssysteem is enkel beschikbaar voor apparaten die door Apple ontwikkeld worden. iPhone gebruikers kunnen via de App Store verschillende applicaties downloaden voor hun apparaat. Hoewel dit besturingssysteem één van de meest gebruiksvriendelijke is, zijn er toch een aantal nadelen. Om die gebruiksvriendelijkheid te bewaren, worden enkel applicaties die door Apple goedgekeurd werden toegelaten tot de App Store. Verder biedt iPhone slechts een beperkte vorm van multitasking aan die enkel voor eigen applicaties bruikbaar is. Zo kan een inkomend telefoongesprek toch aangenomen worden terwijl een gebruiker een andere applicatie gebruikt.

2.5.2. Google Android

Android is een open source besturingssysteem voor mobiele telefoons. Android is ontwikkeld door Google maar werd later overgedragen aan de Open Handset Alliance. Android bouwt verder op de Linux kernel en biedt een platform waarop ontwikkelaars in JAVA kunnen ontwikkelen.

Eindgebruikers kunnen via de Android Market applicaties downloaden en installeren. In tegenstelling tot iPhone dienen applicaties niet goedgekeurd te worden voor ze in de Android Market verschijnen en kunnen applicaties ook geïnstalleerd worden zonder gebruik te maken van de Android Market.

Android is een multitasking platform wat betekent dat verschillende programma's tegelijk kunnen draaien. Hoewel dit vele voordelen heeft, zorgt multitasking voor een extra stroomverbruik met als gevolg dat de batterij dus iets sneller op raakt.

3. Interactie patronen met augmented reality

In dit hoofdstuk worden een aantal interactiepatronen beschreven die gebruikt kunnen worden voor de in hoofdstuk 4 behandelde educatieve patronen.

De interactieve en educatieve patronen zijn verbonden in die zin dat interactie patronen bepaalde educatieve patronen mogelijk maken. Afhankelijk van het leerparadigma kunnen specifieke soorten informatie in een augmented reality scenario zichtbaar gemaakt worden. In het volgende hoofdstuk wordt hier dieper op ingegaan.

Verschillende vormen van augmented reality kunnen gevonden worden in de literatuur. Lamantia (Lamantia, 2009) beschrijft verschillende interactiepatronen voor augmented reality interactie, waarvan er hieronder vier behandeld zullen worden: het Head-Up Display, het Tricorder, het Holochess, en het Röntgen visie interactiepatroon.

3.1. Head-Up Display (HUD)

Head-Up Displays projecteren informatie in het gezichtsveld van de gebruiker en worden vooral voor navigatie of voor militaire doeleinden gebruikt. Een HUD is het oudste AR interactiepatroon dat reeds in de jaren '50 werd geïntroduceerd. Via een Head-Up Display in de cockpit van een jachtvliegtuig kan een piloot informatie aflezen zonder dat hij zijn ogen naar het instrumentenbord hoeft te bewegen.

Eigenschappen van dit interactiepatroon zijn:

- Een gebruiker hoeft zijn ogen niet van de omgeving naar een instrumentenbord te bewegen.
- Integratie met gezichtsveld. Een Head-Up Display projecteert informatie relevant voor hetgeen waarop de gebruiker zich focust.

- Een HUD is typisch een geïntegreerd systeem. Daar waar veel AR tools gebruik maken van externe toestellen, wordt een HUD typisch geïntegreerd in een bestaand toestel (bv. een helm, een cockpit of auto).

Toepassingen van het HUD interactiepatroon kunnen naast het gezichtsvermogen, gebruik maken van andere zintuigen om informatie te projecteren. Een audio AR systeem kan de gebruiker informeren over de omgeving via een hoofdtelefoon. Het mobiele toestel waarop de hoofdtelefoon is aangesloten, kan in de zak van een gebruiker gedragen worden en kan aan de hand van z'n context (i.e. locatie, richting waarin de gebruiker zich beweegt) relevante informatie projecteren op het gehoor. Deze applicatie voldoet aan het HUD patroon omdat het een geïntegreerd systeem is. De gebruiker is verder niet beperkt in zijn interactie mogelijkheden en kan z'n hoofd en beide handen vrij bewegen.

Toegepast op mobiele apparaten zijn de mogelijkheden van een HUD eerder beperkt. Hoewel applicaties zoals Layar en Wikitude (sectie 6.3.1) informatie kunnen toevoegen aan gezichtsveld van een gebruiker zijn ze echter niet geïntegreerd omdat de gebruiker via een extern apparaat naar de omgeving moet kijken (zie Tricorder). Een audio AR systeem komt hieraan tegemoet en is een voorbeeld van een auditory HUD.

4.1.1 Voorbeelden

Het bedrijf Making Virtual Solid (<http://mvs.net>) heeft een navigatiesysteem gecreëerd dat een virtuele rode lijn toont in het gezichtsveld van de bestuurder van een auto. De rode lijn toont het pad dat de bestuurder dient te volgen en neemt de vorm aan van de weg die gevolgd wordt. Afbeelding 2 toont het systeem in actie.



Afbeelding 2: navigatie via een Head-Up Display.

Nieuwe wagens hebben sensoren die gebruikers via trillingen in de stoel waarschuwen wanneer ze over een witte streep rijden zonder de richtingsaanwijzer te gebruiken. Ook dit is een voorbeeld van een HUD die gebruik maakt van tastzin als zintuig. Het systeem is geïntegreerd in de omgeving van een gebruiker (de auto) en de gebruiker hoeft z'n ogen niet op het instrumentenpaneel te richten.

3.2. Tricorder

De Tricorder werd geïntroduceerd in de Star Trek sciencefiction televisieserie (1966-1969; <http://en.wikipedia.org/wiki/Tricorder>). Het is een mobiel apparaat dat een omgeving kan scannen en daarmee informatie kan verschaffen over die omgeving. Bijvoorbeeld, na landing op een nieuwe planeet werd de Tricorder in een bepaalde richting gehouden. Het beeldscherm van de Tricorder presenteert vervolgens een analyse over op de planeet aanwezige levensvormen of technische data over de planeet.

Het Tricorder interactiepatroon geeft de gebruiker informatie over zijn omgeving en de objecten aanwezig in die omgeving. Dit patroon bouwt verder op een ervaring in de echte wereld en zorgt ervoor dat de gebruiker via augmented reality extra informatie over zijn omgeving krijgt.

Dit patroon bestaat in twee varianten die gecombineerd kunnen worden. Aan de ene kant kan informatie over objecten toegevoegd worden aan de camera beelden van een mobiel toestel. Bijvoorbeeld, wanneer een gebruiker via de camera van zijn mobieltje kijkt naar een gebouw, wordt het gebouw geannoteerd met informatie over het gebouw (bv. de hoogte, architect, bouwjaar). Aan de andere kant kunnen virtuele objecten die niet zichtbaar zijn, toegevoegd worden aan het gezichtsveld van de gebruiker. Bijvoorbeeld, een applicatie zou het eindresultaat van een gebouw in aanbouw kunnen tonen tussen al bestaande gebouwen.

Eigenschappen van dit patroon zijn:

- Voorziet in informatie over een bestaande omgeving.
- Wordt gerealiseerd via een extern apparaat, bijvoorbeeld een smartphone. Hier onderscheidt dit patroon zich van HUD dat geïntegreerd is.
- Een Tricorder zorgt voor interactie beperkingen en verschilt zo ook van een HUD. Een gebruiker heeft minstens één hand nodig om de Tricorder te bedienen en wordt zo in zijn bewegingsvrijheid beperkt. In extreme gevallen leidt deze beperking tot systemen zoals het Canon toestel in afbeelding 3 die de interactie mogelijkheden van een gebruiker heel sterk doen afnemen.

Het Tricorder patroon is van belang voor mobiele apparaten en het merendeel van de platforms gebruikt deze aanpak tegenwoordig voor het weergeven van Points of Interest.



Afbeelding 3: canon mixed reality

3.3. Holochess

Holochess is een schaakspel uit Star Wars. Het Holochess interactiepatroon plaatst virtuele objecten in de echte wereld. De virtuele voorwerpen die in zo'n wereld staan kunnen vaak met elkaar of met objecten in de echte wereld in wisselwerking treden. Hoewel mobiele AR applicaties zowel kenmerken van Holochess als van Tricorder kunnen vertonen is het belangrijkste verschil dat bij Holochess het virtuele object het voorwerp van aandacht vormt, terwijl bij Tricorder het virtuele toegevoegde object ter verrijking dient van de omgeving die men bekijkt.



Afbeelding 4: C3PO laat wookiee winnen in een partijtje HoloChess

Het HoloChess patroon wordt vaak gebruikt in computerspellen en educatieve toepassingen.



Afbeelding 3: Invizimals, een spel voor de PSP maakt gebruik van barcodes om HoloChess objecten te herkennen en plaatsen.

4.3.1 Voorbeeld

Het spel Invizimals voor de PlayStation Portable (PSP) illustreert het HoloChess interactiepatroon goed. Met behulp van een barcode, die door de camera van de PSP wordt opgepikt, wordt er een 3D wezentje aan het camerabeeld toegevoegd; het lijkt dus net alsof het wezentje in de echte wereld aanwezig is. Met behulp van hun PSP kunnen de spelers met de wezentjes in interactie treden en bijvoorbeeld met ze vechten. Afbeelding 5 illustreert hoe met behulp van een markering op de tafel en de PSP camera een 3D wezentje wordt toegevoegd.

3.4. Röntgen visie patroon

Superman gebruikte zijn Röntgen visie om door wanden te kijken en verborgen wapens te vinden. In augmented reality simuleert het Röntgen visie interactiepatroon het zien onder of door een oppervlakte van objecten, mensen, of plaatsen, waarbij hun interne structuur of inhoud getoond wordt. AR ervaringen met het Röntgen visie patroon gebruiken vaak een combinatie van projectie en rendering—vaak met een schematische of abstracte weergave—van een object, zoals dat ook in Medical Augmented Reality (MAR) gebeurt.

“Het Röntgen visie interactiepatroon simuleert het zien onder of door een oppervlakte van objecten, mensen, of plaatsen, waarbij hun interne structuur of inhoud getoond wordt” (Lamantia, 2009)

4.4.1 Voorbeeld

Recentelijk is de discussie over de veiligheidsmaatregelen op vliegvelden weer opgelaaaid. Schiphol is daarom als eerste vliegveld ter wereld overgegaan op het installeren van de Body Scan (http://en.wikipedia.org/wiki/Security_scan), die het mogelijk maakt om te zien of passagiers iets onder hun kleren verstopt houden (afbeelding 6). Het Röntgen visie interactiepatroon werkt op dezelfde manier en maakt het mogelijk om onder de oppervlakte van objecten te kijken en zo letterlijk tot de kern van het object door te dringen.



Afbeelding 4: Een body scan laat toe om doorheen kleding te kijken en kan op luchthavens gebruikt worden om te zien of een persoon een wapen draagt

Het Röntgen visie patroon wordt in educatieve contexten meestal gebruikt om de interne werking van objecten te verhelderen. Om dit te realiseren is geen echte Röntgen visie nodig, maar een combinatie van real-time video beelden en virtuele animatie.

3.5. Conclusie

In dit hoofdstuk worden vier interactiepatronen beschreven. In de volgende hoofdstukken wordt duidelijk dat vooral Tricorder toegepast wordt op smartphones. Een HUD is in veel gevallen niet geschikt voor smartphone toepassingen omdat een HUD een geïntegreerd systeem impliceert. Voor Holochess en Röntgen visie bestaan reeds speciale (mobiele) apparaten die dit patroon implementeren. Smartphone toepassingen die deze patronen realiseren zijn technisch mogelijk, maar werden nog niet gevonden in de Android Market of in de Apple App Store.

4. Educatieve toepassing van mobiele augmented reality

Augmented reality kan toegepast worden in verschillende educatieve domeinen. Zo kunnen lerenden mobiel iets leren over hun omgeving (bv. aardrijkskunde, geschiedenis). Door kunstvoorwerpen te verrijken met AR technieken kan een uitstap naar een museum interessanter gemaakt worden. In dit hoofdstuk worden een aantal educatieve patronen beschreven die telkens in relatie gebracht worden met de interactiepatronen die voorheen beschreven werden.

In de literatuur over mobiele leertechnologieën worden verschillende dominante leertheorieën genoemd. Naismith et al. (Naismith et al., 2004) beschrijven de relatie tussen verschillende concepten en toepassingen voor mobiel leren en de achterliggende leerparadigma's. Hierbij worden behavioristisch, constructivistisch, gesitueerd leren, collaboratie, informeel leren, en leven lang leren samen met mechanismen voor het ondersteunen van leren onderscheiden. Verder noemen de auteurs componenten als contextgevoeligheid, connectiviteit, en personalisatie als componenten met de meeste toegevoegde waarde van mobiele technologie.

Voor mobiele augmented reality is de contextualisering - het gebruik van sensoren om de situatie of context van de gebruiker te herkennen – een belangrijke component om een effectievere leerervaring mogelijk te maken. In die zin is mobiele augmented reality een krachtige technologie om contextgevoelige en gesitueerde leersituaties te ondersteunen. Benford (Benford et al., 2005) beschreef al in 2005 vier belangrijke trends voor sensorgebaseerde gebruikersinterfaces waarin de synchronisatie tussen de fysieke omgeving en de leertaak en de interactie van de lerende met de fysieke omgeving centraal staat.

Mobiele augmented reality is een uitwerking van contextgevoelige leeromgevingen omdat er een nauwe koppeling tussen het gezichtsveld van de gebruiker en de digitale media gelegd wordt. Specht (Specht, 2009) heeft een conceptueel raamwerk onder de naam “Ambient Information Channels” (AICHE) ontwikkeld waarmee het gebruik van digitale media in ‘ubiquitous’ leeromgevingen geanalyseerd kan worden. Daarin worden ook de verschillende parameters van de leercontext en processen vastgelegd. In AICHE worden vijf

verschillende parameters voor context gebruikt om de leeromgeving met de context van de gebruiker te synchroniseren: *de locatie, de tijd, de omgeving, de sociale context* en *de relaties* met objecten in de omgeving. Verder worden de kernprocessen voor het educatieve gebruik gedefinieerd: aggregatie, verrijking, synchronisatie en framing.

Mobiele augmented reality biedt nu nieuwe mogelijkheden op verschillende niveaus van het model:

- Context-herkenning: mobiele augmented reality is gebaseerd op de feit dat het mobiele toestel de locatie, de richting waarin men kijkt en specifieke tags in de omgeving van de gebruiker herkend.
- Synchronisatie: omdat er exacte informatie over de context (locatie en gezichtsveld) beschikbaar is, kan de mobiele augmented reality applicatie een nauwkeuriger aanpassing van het aanbod van informatie en diensten met de context van de gebruiker realiseren.
- Framing: via synchronisatie kunnen de beschikbare digitale media nauwkeuriger aan de context aangepast worden. Verder kan via de context sensoren ook gepreciseerde informatie voor reflectie over het leerproces en andere gerelateerde fysieke objecten in de omgeving van de gebruiker gegeven worden.

Bij toepassing van verschillende leerparadigma's (Naismith et al., 2004) kunnen de volgende effecten van deze nieuwe mogelijkheden beschreven worden:

- Behavioristisch: hierbij biedt augmented reality de mogelijkheid om de keuzes en feedback direct in de omgeving van de gebruiker en in zijn gezichtsveld te integreren. Dit gebeurt bijvoorbeeld in applicaties zoals Layar of Wikitude.
- ARena (<http://www.surfnetkennisnetproject.nl/innovatie/augmentedreality/arena>) Augmented Reality voor buitenonderwijs - is een project waarbinnen een AR applicatie ontwikkeld werd waarmee een auteur o.a. een quiz kan maken. Zo'n quiz kan via AR technieken aan de fysieke omgeving vastgehangen worden, wat de applicatie toepasbaar maakt bij excursies en onderwijs buiten het schoolgebouw.
- Gesitueerd leren: volgens Lave en Wenger (Lave & Wenger, 1991) en Stein (Stein, 1998) is de koppeling van de leerondersteuning aan de fysieke en sociale context belangrijk voor reflectie, kennisconstructie en participatie. Vanuit een perspectief van de cognitiewetenschappen is dit

ook direct te koppelen aan het concept van “episodic memory” waarin een afbeelding van fysieke gegevens tijdens een leersituatie leidt tot het beter onthouden bij het aanbieden van keuzes in een leercontext.

- Metacognitieve vaardigheden: Donald Schön (1991) beschrijft de effecten van de “reflection in action” en “reflection about action”. Hierbij is het geven van feedback in een leersituatie en de stimulering van reflectie essentieel voor het leereffect. Augmented reality biedt hierbij de mogelijkheid om te reflecteren op wat er in de werkelijke omgeving gebeurt. Een voorbeeld hiervan is het project wearIT @ work waar een leersituatie voor de brandweer en eerste hulp diensten met een augmented reality HUD geïmplementeerd wordt (<http://www.wearitatwork.com/business-cases/emergency-rescue/>).

In de rest van dit hoofdstuk worden twee educatieve patronen onderscheiden op basis van de feitelijke technische mogelijkheden van mobiele toestellen.

Een eerste cluster van educatieve patronen kan worden omschreven als toepassing van geolocatie kennislagen. Al deze soorten applicaties maken de perceptie van en de interactie met locatie gebonden informatie mogelijk. Dit gebeurt op twee manieren: aan de ene kant wordt een directe koppeling van de augmentation laag en het perspectief op de echte wereld mogelijk gemaakt, door het videobeeld van een camera in de mobiele telefoon te annoteren. Aan de andere kant maakt een landkaart het mogelijk de verhouding van de verschillende objecten en lagen op kaarten te begrijpen, door de objecten op deze kaart weer te geven als Points of Interest.

Een tweede cluster van educatieve patronen maakt onderscheid tussen drie vormen van "Getagde Omgevingen".

1. Automatisch leesbare markeringen of tags kunnen in een omgeving geplaatst worden, bijvoorbeeld op specifieke locaties of voorwerpen.
2. Deze tags kunnen ook gebruikt worden om complexe visualisaties in een echte wereld tot leven te brengen.
3. Attributen kunnen met deze tags uitgerust worden, zodat interactie tussen de gebruikers en een AR scene mogelijk wordt via deze attributen.

Deze laatste vorm van interactie wordt steeds vaker gebruikt om AR spellen te ondersteunen. Het spel Invizimals (zie afbeelding 5) illustreert hoe door attributen in de echte wereld te taggen, een andere dimensie gegeven wordt

aan spellen. Door gebruik te maken van dit Holochess interactiepatroon kan een ander perspectief geplaatst worden op leerinhouden.

Deze twee clusters van educatieve patronen leiden tot verschillende toepassingen voor leren met behulp van AR technieken. Voor het geolocatie kennislagen patroon zal geïllustreerd worden hoe dit gerealiseerd kan worden met het Tricorder patroon met of zonder camera. Daarnaast worden voor het onderdeel getagde omgevingen drie technieken besproken: getagde artefacten, getagde locaties en getagde attributen.

4.1. Geolocatie kennislagen

Beschrijving

Dit patroon beschrijft educatieve scenario's waarbij gebruikers informatie – vaak in de vorm van POI's – tot zich nemen. Een gebruiker wandelt rond in een stad en krijgt via een mobieltje informatie over historische plekken, zoals monumenten of theaters in de buurt.

Tegenwoordig bestaan er verschillende databanken waarin artefacten (gebouwen, plaatsen, kunstvoorwerpen) worden beschreven en geannoteerd met GPS coördinaten. Wikipedia bevat artikelen die iedereen kan bewerken en biedt een manier aan om – indien relevant – een GPS coördinaat toe te voegen aan een artikel. Andere databanken zoals “kunst op straat” (<http://www.kunstopstraat.nl/>) worden door de overheid onderhouden. Nog andere databanken, zoals databanken met restaurants of overnachtingplaatsen worden opgezet door bedrijven die er baat bij hebben dat zoveel mogelijk mensen hun weg vinden naar deze plaatsen.

Karakteristiek voor mobiele applicaties die het geolocatie kennislagen patroon ondersteunen is dat deze applicaties het beschikbare materiaal ordenen volgens categorieën en/of lagen. De applicatie Layar (zie sectie 6.3.1) biedt meer dan 300 lagen aan, die in categorieën zoals “scholen en universiteiten”, “eten en drinken”, “transport”, etc. opgedeeld zijn.

	Zonder camera	Met camera of projectie op het gezichtsveld
Tricorder	<ul style="list-style-type: none"> • Aloqa 	<ul style="list-style-type: none"> • Layar • Wikitude
HUD	<ul style="list-style-type: none"> • Audio AR systeem 	<ul style="list-style-type: none"> • Making Virtual Solid

Tabel 1: Tricorder versus HUD - voorbeelden

In Tabel 1 wordt het Tricorder interactiepatroon vergeleken met het Head-Up Display patroon. Voor beide interactie patronen is een projectie van kennis op het gezichtsveld van de gebruiker mogelijk. Let op, niet alle voorbeelden in deze tabel implementeren het geolocatie kennislagen patroon.

Bij een *Tricorder zonder camera* worden de locatie en de richting waarin het mobiel apparaat gehouden wordt gebruikt om zo metagegevens (POI's of andere informatie over de omgeving, bv. temperatuur) weer te geven. Een voorbeeld van een Tricorder zonder camera wordt gegeven in (Klopfer et al., 2002). In dit artikel wordt een AR leerscenario beschreven, waar de lerenden in een echte omgeving een gesimuleerde milieuramp onderzoeken. Met behulp van hun PDA kunnen de lerenden (gesimuleerde) lucht- en waterproeven nemen en zo hun omgeving onderzoeken.

Een *Tricorder met camera* maakt gebruik van de GPS, de accelerometer en het kompas om virtuele objecten te projecteren op het scherm van de Tricorder. Via de ingebouwde camera ziet de gebruiker de werkelijkheid om zich heen. Afbeelding 15 (zie pagina 37) illustreert hoe een gebruiker zo informatie over een gebouw kan zien op het scherm. Hoewel de Tricorder met camera de gebruiker in staat stelt om de omgeving goed in te schatten, is het minder geschikt om de relaties tussen objecten in beeld te brengen.

Een *HUD met camera* realiseren via een mobiele telefoon is onmogelijk omdat de telefoon met camera de interactie mogelijkheden van de gebruiker beperkt. Een HUD van een voertuig zou kunnen worden uitgebreid zodat het geolocatie kennislagen patroon wordt ondersteund. Zo zouden tankstations of andere objecten in het landschap benoemd kunnen worden.

Een *HUD zonder camera* wordt vaak in musea gebruikt. Bezoekers krijgen een audiogids die ze in hun jaszak kunnen meedragen. Wanneer ze in de buurt van

een kunstwerk komen, begint een verteller uitleg te geven via een hoofdtelefoon.

Educatieve achtergrond

De educatieve focus van het geolocatie kennislagen patroon ligt in het exploreren van een omgeving. Vanuit het Tricorder interactie patroon kan met een smartphone locatie gerelateerde gegevens aan een lerende gepresenteerd worden. Het belang van een authentieke leercontext wordt benadrukt door verschillende theorieën. Bijvoorbeeld (Dewey, 1938, 1958; Wenger & Lave, 1991) beweren dat kennis moet worden gepresenteerd in een realistische context waarin deze kennis normaal wordt toegepast.

Bij *Tricorder met camera* bevindt de lerende zich als het ware midden in de AR wereld en wordt de informatie gepresenteerd relatief t.o.v. van de positie van de lerende. Een *Tricorder zonder camera* zorgt voor een ander perspectief op de informatie, wat het mogelijk maakt om andere verbanden tussen de informatie te leggen. Hier wordt informatie gepresenteerd los van het object in de echte wereld (bv. op een kaart waarvan het middelpunt de locatie van de gebruiker is).

4.2. Getagde Omgevingen

Beschrijving

Dit patroon maakt de integratie van digitale informatie via tags in een fysieke omgeving mogelijk. Dergelijke tags kunnen real-time gescand worden door de camera van een mobieltje. Dit educatief patroon steunt vaak op het Holochess interactiepatroon.

Het meest prominente voorbeeld van dit patroon is MagicBook, een boek waarin informatie levensecht gemaakt wordt (afbeelding 7). In dit boek staan barcodes die met augmented reality technieken een 3D scene kunnen genereren. MagicBook is een voorbeeld het Holochess interactiepatroon. Het boek dient echter niet als verrijking van de omgeving waar de gebruiker zich in bevindt en is daarom geen implementatie van het Tricorder interactiepatroon

Dit patroon kan ook anders gebruikt worden. In dit rapport kan onmogelijk een video getoond worden over hoe Locatory (zie hoofdstuk 7) gebruikt kan worden. Wel kan deze tekst geannoteerd worden met een barcode die linkt naar een

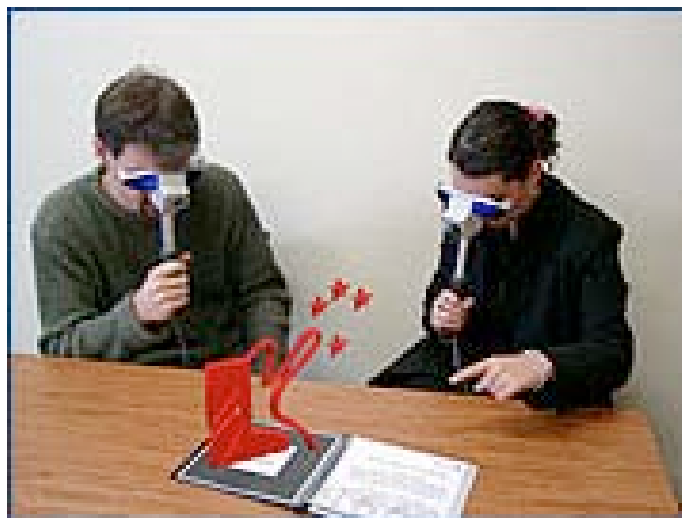
filmpje over Locatory op YouTube. Op deze manier kan de lezer met een smartphone deze barcode scannen en vervolgens digitale media afspelen.



http://www.youtube.com/watch?v=q01D_tukcb4

Educatieve achtergrond

Getagde omgevingen koppelt een educatieve functie, een interactie of informatie over objecten en de omgeving aan een concrete locatie of object. Deze aanpak geeft de student de mogelijkheid tot interactie met de omgeving of maakt exploratie, interactie of augmented samenwerking mogelijk.



Afbeelding 5: MagicBook augmented reality

4.2.1. Getagde Artefacten

Beschrijving

Dit patroon is gebaseerd op de MagicBook aanpak en stelt gebruikers in staat om te kijken naar 3D-modellen van leerinhoud.

Een voorbeeld van dit patroon is software die een 3D zonnestelsel op een getagde oppervlakte projecteert. Door het oppervlak te draaien (Afbeelding 8) kan het zonnestelsel vanuit verschillende perspectieven bekeken worden en is exploratief leren mogelijk.

(<http://www.newhorizons.org/strategies/technology/shelton.htm>).

Een ander voorbeeld is een AR kaartspel voor het leren van het Japanse Kanji schrift (http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/kanji.php). De lerende kan met deze applicatie een Kanji symbool in het camerabeeld van een PDA houden. Vervolgens projecteert de software een 3D weergave van de betekenis van het symbool bovenop de kaart.

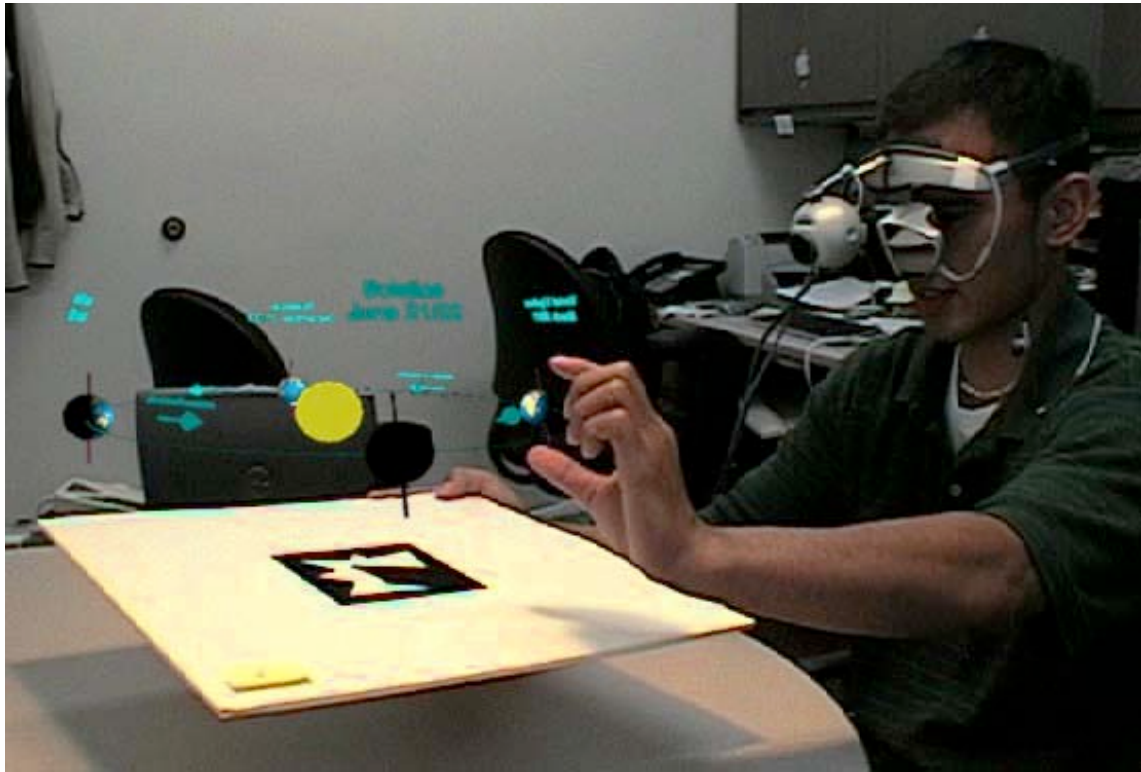
Educatieve achtergrond

Traditionele leermethoden voor het leren over ruimtelijk gerelateerde inhoud door het bekijken van 2D-diagrammen, creëren een soort van cognitieve filter. Deze filter bestaat ook bij het werken met 3D-objecten op een 2D computerscherm, omdat de manipulatie van die objecten in de ruimte gebeurt via muisklikken. Via AR technieken kan de manipulatie van 3D objecten in een 3D ruimte plaats vinden en niet op een 2D scherm. Afbeelding 8 illustreert hoe een gebruiker ons zonnestelsel op deze manier kan manipuleren.

Bij dit patroon worden dus ook activiteiten en situaties gebruikt die de lerende op een interactieve manier stimuleren en die een bepaalde mate van aanpassing aan het interactieve model vragen. Volgens Piaget resulteert dit in beter leren (Paiget, 1970).

Toepassing software

- LEGO 3D Models (<http://atlantis.lego.com/en-us/augmented/default.aspx>)
Een gebruiker kan hier een LEGO verpakking voor een camera houden. Als resultaat wordt een AR voorstelling getoond die zweeft bovenop de verpakking. Door de verpakking te draaien, kan het LEGO-model vanuit verschillende perspectieven bekeken worden.



Afbeelding 6: De aarde gevisualiseerd in ons zonnestelsel

4.2.2. Getagde Locaties

Beschrijving

Dit patroon integreert barcodes in een fysieke omgeving om zo informatie over objecten in die omgeving te kunnen ontsluiten. De barcodes dienen als ijkpunt voor het mobiel toestel en zorgen ervoor dat virtuele objecten juist gepositioneerd kunnen worden in de echte wereld. Zo wordt een virtuele blaasbalg in afbeelding 9 correct gepositioneerd via de barcode die aan de muur hangt.

Verder kan onderscheid gemaakt worden tussen twee manieren van taggen.

1. *Taggen om informatie passief te ontsluiten.*

Dit doelt op scenario's waarbij een gebruiker informatie gepresenteerd krijgt aan de hand van zijn context (bijvoorbeeld de locatie).

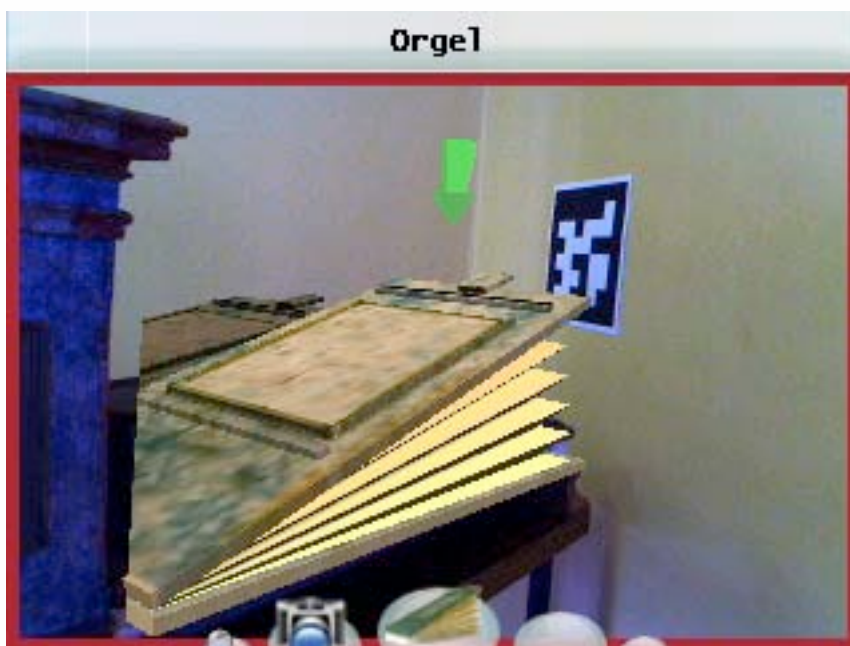
2. *Taggen om informatie actief te ontsluiten.*

Een gebruiker gaat zelf op zoek naar een gebouw of monument dat geannoteerd is met een barcode. Door die barcode in te scannen kan de

gebruiker vervolgens navigeren naar een site of video met meer informatie over dit monument.

Educatieve achtergrond

Informatie via tags verrijken zorgt niet alleen voor extra informatie over het object, maar maakt het verkennen van een nieuwe omgeving (bv. een museum bezoek) ook boeiender. Bij taggen om informatie passief te ontsluiten, zorgt het plaatsen van deze animaties in de authentieke omgeving er voor dat lerenden de AR animaties beter kunnen combineren met het echte object waar ze naar kijken. Taggen om informatie actief te ontsluiten kan makkelijk gerealiseerd worden via een speurtocht. Met applicaties zoals de barcode scanner (zie sectie 6.2) kan een speurtocht georganiseerd worden. Barcodes worden dan verstoppt in een omgevingen en moeten door de spelers gevonden en ontsloten worden.



Afbeelding 7: Een blaasorgel wordt in een museum virtueel tot level gebracht via AR.

4.2.3. Getagde attributen

Beschrijving

Met dit patroon kunnen gebruikers voorwerpen uit de echte wereld gebruiken om objecten in de AR wereld te manipuleren. Door getagde attributen te bewegen, kunnen gebruikers bijvoorbeeld moleculaire structuren combineren of nieuwe omgevingen bouwen die in 3D gevisualiseerd worden. Verder wordt dit

patroon reeds gebruikt in spellen waar spelers via getagde attributen, virtuele objecten in een spel koppelen met de echte wereld.

Educatieve achtergrond

Getagde attributen geeft de student een isometrisch perspectief op de leerinhoud. Deze aanpak van augmented reality, laat toe dat studenten via getagde attributen een AR wereld kunnen personaliseren en inrichten volgens hun inzichten. Experimenten die in de echte wereld te duur of te gevaarlijk zijn kunnen zo toch gerealiseerd worden.

Toepassing software

- Art of Defense is een AR spel dat met behulp van een smartphone gespeeld kan worden. Door gebruik te maken van verschillende markeringen (tags), kan een gebruiker een spelbord op een tafel samenstellen. Het toevoegen van een nieuwe tag aan het spelbord resulteert telkens in een effect in de AR wereld.
(<http://www.augmentedenvironments.org/lab/research/handheld-ar/artofdefense/>)
- BragFish is een spel waarbij verschillende gebruikers elk afzonderlijk via een mobieltje naar een spelbord (=markering) kijken. Interessant is dat hier zowel in de AR wereld als in de echte wereld interactie is tussen de spelers. (<http://www.augmentedenvironments.org/lab/research/handheld-ar/bragfish/>)

5. Technologieën voor mobiele augmented reality

In dit hoofdstuk worden een aantal technologieën besproken waarmee de patronen uit de voorgaande hoofdstukken gerealiseerd kunnen worden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen AR platforms (sectie 6.1) waarmee ontwikkelaars AR applicaties kunnen bouwen, barcode scanners (sectie 6.2) waarmee markeringen of tags gelezen kunnen worden en kant-en-klare AR applicaties (sectie 6.3)

5.1. Augmented Reality Platforms

Een AR platform is een omgeving waarmee applicaties voor augmented reality gebouwd kunnen worden. Zo bestaan er platforms die aan de hand van een

markering (bv. barcode), de omgevingen verrijken met virtuele objecten (zie getagde omgevingen) en applicaties die via de context sensoren (GPS, kompas en accelerometer) het POI patroon implementeren.

ARToolkit

ARToolKit (<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>) is een softwarebibliotheek voor het bouwen van Augmented Reality (AR) applicaties. Deze toolkit is bedoeld voor ontwikkelaars en wordt door diverse applicaties (bv. Magicbook) gebruikt om via markeringen 3D figuren te projecteren op het scherm.

Moseycode (<http://www.tomgibara.com/android/moseycode/>) is een applicatie voor het Android OS die op nyARToolkit, een derivaat van ARToolkit, gebaseerd is. Deze applicatie is een implementatie van getagde omgevingen. Moseycode is niet beschikbaar via de Android Market, maar kan wel gedownload worden via de website. Echter na installatie bleek dat de applicatie enkel op een oude versie van de Android emulator draait en dus op geen enkele van Android telefoons bruikbaar is.

Besturingssystemen (ARToolkit):

- Windows
- Linux
- Mac OS X

Programmeertalen waar (ARToolkit) bibliotheken voor bestaan.

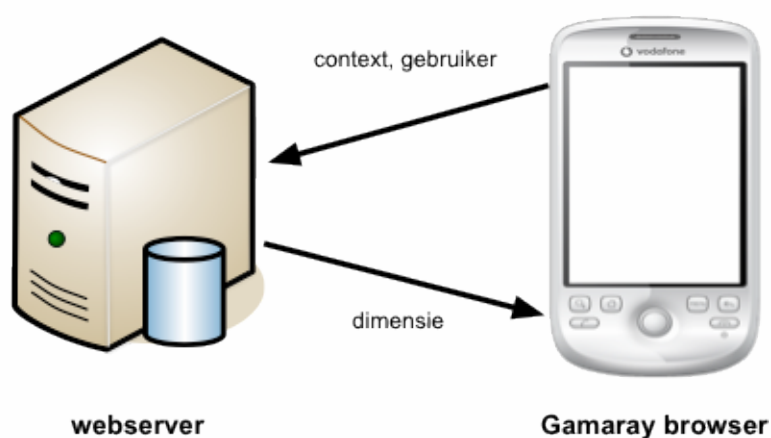
- C
- Java
- Matlab
- ActionScript (FLARToolKit)

OpenGamaray

OpenGamaray is een Open Source applicatie voor Android (<http://sourceforge.net/projects/opengamaray/>). Het is een AR browser gebaseerd op Gamaray dat ontwikkeld is door Clayton Lilly.

Een Gamaray applicatie bestaat uit een server gedeelte dat een Gamaray dimensie kan genereren en een client, de Gamaray browser. De Gamaray browser kan een dimensie openen via een URL en stuurt de context (o.a. locatie en richting) en identifier van de gebruiker naar de server.

Gamaray kan het best met een webbrowser vergeleken worden. Net zoals iemand met een webbrowser via een URL webpagina's kan lezen of informatie naar een server kan sturen, kan met Gamaray augmented reality werelden (dimensies genoemd) worden weergegeven op een Android telefoon. Gamaray dimensies zonder auteuromgeving maken is even moeilijk als het handmatig produceren van HTML. Op de website van Gamararay (<http://www.gamaray.com/developers.html>) staat een volledige beschrijving van wat mogelijk is en waaraan een dimensie moet voldoen.



Afbeelding 8: De OpenGamaray architectuur

De meeste context gebaseerde AR tools (bv. Wikitude, Layar) ondersteunen enkel het geolocatie kennislagen patroon, waarmee gebruikers informatie via POI's tot zich kunnen nemen. De Locatory casus (hoofdstuk 7) illustreert hoe d.m.v. Gamaray AR scenario's kunnen worden uitgewerkt (bv. een spel) en hoe interactie aan een AR wereld kan worden toegevoegd.

5.2. Barcode Scanners

Barcode scanners maken het eenvoudig om digitale informatie aan objecten in de echte wereld te koppelen. Een handige applicatie om barcodes te maken is te vinden op <http://qrcode.kaywa.com/>.

ZXing

ZXing ("zebra crossing" uitgesproken) is een open source barcode scanner die zowel 1D barcodes (of streepjescode) als 2D barcodes kan inlezen. De

applicatie is beschikbaar voor verschillende platformen (bv. Android, iPhone en Blackberry).

Afhankelijk van het platform werkt de applicatie echter verschillend. Op een Android toestel kan de applicatie gebruik maken van de automatische focus. De gebruiker hoeft met z'n Android toestel enkel naar de barcode te wijzen waarna het toestel deze automatisch herkent en scant. Bij de iPhone versie, dient eerst een foto van de barcode gemaakt te worden, vervolgens moet de foto bewerkt worden, waarna deze herkend kan worden. Deze laatste stap wordt als omslachtig ervaren. De verwachting is dat in de volgende releases voor de iPhone 3GS hier verbetering in wordt gebracht.

De ZXing barcode scanner kan op twee manieren gebruikt worden. Vanuit een applicatie kan de scanner een barcode inscannen en het resultaat terug sturen naar de applicatie. Op deze manier kunnen applicaties op een hoger niveau ontwikkeld worden. De scanner kan ook als een “standalone” applicatie gebruikt worden, bijvoorbeeld om een telefoonnummer te scannen, adresgegevens uit te wisselen, etc.



Afbeelding 9: Een telefoonnummer kiezen met een barcode

Shopsavvy

Shopsavvy is één van de meest populaire applicaties voor Android en is sinds kort ook beschikbaar voor iPhone. Amper één maand na de release had de applicatie reeds meer dan 1 miljoen gebruikers. Met Shopsavvy kunnen producten via hun streepjescode worden ingescand. De applicatie geeft na het scannen van een product een prijsoverzicht voor verschillende winkels. Bovendien kan via GPS een overzicht van winkels in de buurt gekregen worden waar het product beschikbaar is. De applicatie werkt goed voor boeken, dvd's, games en elektronica en toont in die categorieën vooral wat de het product kost in online winkels. Via GPS winkels ontsluiten in Nederland of België leverde weinig of geen resultaten op.

Besturingssystemen:

- Google Android
- Apple iPhone OS



Afbeelding 10: Een barcode scannen met Shopsavvy

Codecheck.info

Codecheck (<http://www.codecheck.info/>) is een Duitse website waar via de webcam voedingswaren kunnen ingescand worden. De website geeft vervolgens informatie over die voedingswaren weer (bv. energie, vetten, suikers, etc.). Het presenteert niet alleen cijferinformatie, maar geeft ook aan of dit aantal in verhouding veel of weinig is. Een integratie van dergelijke functionaliteit in smartphones zou voor een educatieve meerwaarde kunnen zorgen en zou kunnen leiden tot een bewuster, gezonder aankoopgedrag van voedingswaren.

Omgeving:

- Flash, met webcam. Wanneer één van beide ontbreekt, kan de streepjescode handmatig ingevuld worden.

5.3. Voorbeelden van augmented reality applicaties

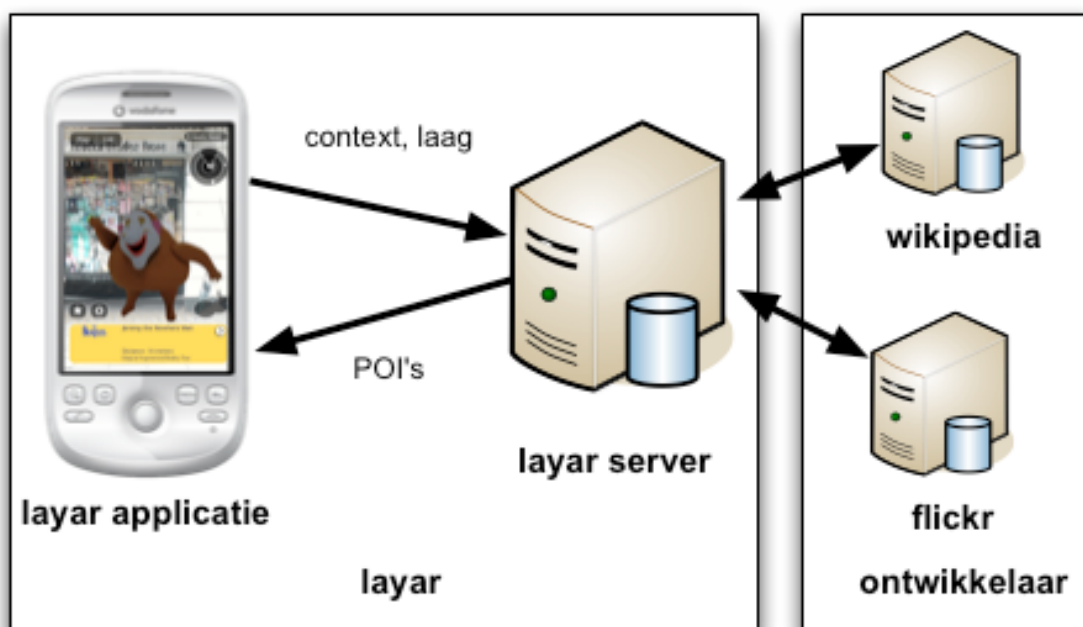
In deze sectie worden een aantal kant en klare applicaties besproken, die via de Android Market of the Apple App Store gedownload kunnen worden.

5.3.1. Augmented Reality Browsers

Layar

Layar (<http://layar.com/>) is een gratis mobiele AR Point of Interest (POI) browser die real-time digitale informatie projecteert op het beeld dat wordt opgenomen met de camera van een mobiele telefoon. Het is een implementatie van het geolocatie kennislagen patroon en vertoont alle kenmerken van een Tricorder met camera. Door het apparaat als een camera voor je te houden, wordt informatie over POI's op de bovenzijde van het camera display weergegeven. Layar catalogeert POI's in lagen. Een gebruiker kan bijvoorbeeld de huurwoning laag selecteren en kan vervolgens op zoek gaan naar huurwoningen in de buurt. Ander populaire lagen zijn, worldpeaks waarmee de namen van bergtoppen kunnen afgebeeld worden op het scherm, Wikipedia, Flickr, enz. Er kan gemakkelijk geschakeld worden tussen lagen door het selecteren van een andere laag, waardoor verschillende bronnen van informatie eenvoudig beschikbaar zijn en gekoppeld worden aan een object uit de echte wereld. Sinds Layar 3.0 wordt naast ondersteuning voor het projecteren van figuren ook ondersteuning geboden voor het afbeelden van 3D objecten.

Ontwikkelaars kunnen zelf lagen toevoegen aan Laya. De moeilijkheidsgraad van het creëren van zo'n laag kan vergeleken worden met het maken van een RSS feed voor syndicatie van bijvoorbeeld nieuws. Merk op dat de Laya architectuur verschilt van de Gamaray architectuur. De Gamaray browser communiceert direct met de diensten die door de ontwikkelaar gemaakt werden. De Laya server is een component die als doorgeefluik fungeert naar de lagen die door diverse ontwikkelaars aangeboden worden. Het voordeel van deze aanpak is dat deze component kan zorgen voor betere schaalbaarheid van het systeem. Zo zou de Laya server voor sommige (populaire) lagen POI's kunnen cachen zodat deze diensten niet te zwaar belast worden.



Afbeelding 11: De Laya architectuur

Aloqa

Aloqa [<http://www.aloqa.com>] is gelijkaardig aan Laya en implementeert ook het geolocatie kennislagen patroon via een Tricorder, maar zonder camera. Gebruikers kunnen zich via Aloqa abonneren op verschillende kanalen, het equivalent van lagen in Laya. Aloqa gebruikt geen camera om de POI's te visualiseren, maar kan de POI's wel afbeelden op een kaart. In tegenstelling tot Laya, kan met Aloqa voor verschillende kanalen een notificatie ingesteld worden. Op die manier wordt de gebruiker op de hoogte gesteld van nieuwe interessante POI's (bv. Facebook vrienden) die in de buurt beschikbaar zijn.

De Aloqa architectuur is vergelijkbaar met die van Layar. Ontwikkelaars kunnen een eigen kanaal implementeren die via de Aloqa server toegankelijk gemaakt wordt voor de Aloqa applicatie. Een voordeel van Aloqa is dat het voor het creëren van een kanaal steunt op het Google KML formaat. Door gebruik te maken van dit bestaand formaat kunnen andere programma's (zoals Google Earth) gebruikt worden om kanalen te maken of om deze kanalen te lezen.

Besturingssystemen:

- Google Android
- Blackberry
- Apple iPhone
- Windows Mobile

Opmerking: voor Android en iPhone is deze applicatie (nog) niet beschikbaar in de Nederlandse Android Market of App Store.



Afbeelding 12: Een laag selecteren in Aloqa

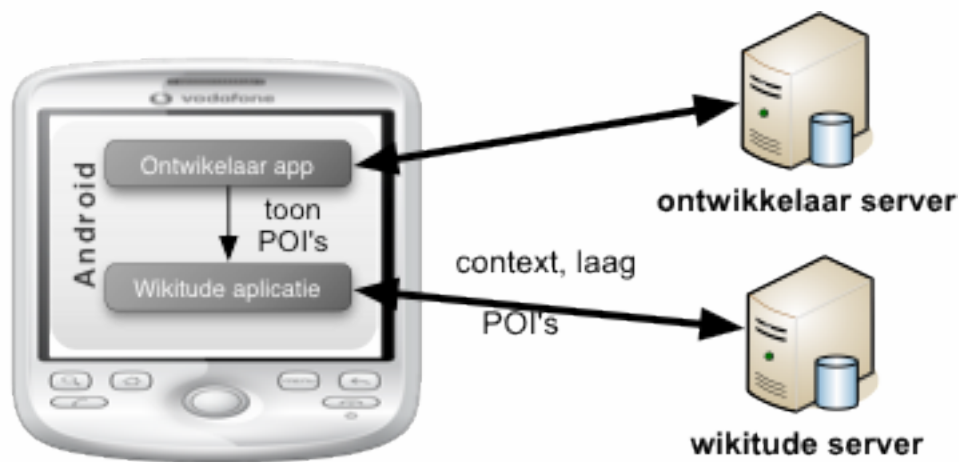
Wikitude

Wikitude [<http://www.wikitude.org>] is een Tricorder met camera die informatie (geolocatie kennislagen) over de omgeving projecteert op het scherm van een mobiel apparaat. Wikitude kan op twee manieren door gebruikers verrijkt worden met extra informatie. Ze kunnen zelf POI's opladen via Google KML bestanden of kunnen gebruik maken van WIKITUDE.ME. Dit is een website met kaart waar gebruikers zelf interessante locaties kunnen benoemen met een titel, beschrijving, categorie, taal en een URL.



Afbeelding 13: Wikitude voorbeeld

Wikipedia auteurs kunnen met behulp van een speciale code aangeven of een artikel verbonden is met een locatie in de echte wereld. Als gevolg weet de lezer niet alleen dat <http://nl.wikipedia.org/wiki/Eiffeltoren> zich bevindt op 48°51'N, 2°17'O, maar kan Wikitude aan de hand van de gebruiker zijn context (i.e. locatie) aangeven welke Wikipedia artikelen afgebeeld moeten worden.



Afbeelding 14: De Wikitude architectuur

Via de Wikitude API kunnen ontwikkelaars eigen POI's afbeelden via Wikitude. In tegenstelling tot Layar en Aloqa, is het hier niet de Wikitude server die als doorgeefluik fungeert. De Wikitude client die op het Android besturingssysteem draait, kan via het zogenaamde "intent" communicatiemechanisme van Android boodschappen met daarin POI's ontvangen van andere Android applicaties. De andere Android applicatie die gebruikt maakt van de Wikitude API dient zelfstandig de POI informatie te vergaren.

Besturingssystemen:

- Google Android
- Apple iPhone (geen Wikitude API beschikbaar)

AroundMe

AroundMe (<http://www.tweakersoft.com/mobile/aroundme.html>) is een mobiele POI Browser voor iPhone en is vergelijkbaar met Aloqa. Net zoals Aloqa betreft het een Tricorder zonder camera en kan het POI's op een kaart weergeven. Ook hier wordt informatie via categorieën (equivalent met kanalen in Aloqa) ontsloten. AroundMe heeft geen notificatie functie en kan niet door ontwikkelaars gebruikt worden.

Besturingssystemen:

- Apple iPhone

Google Goggles

Google Goggles [<http://www.google.com/mobile/goggles>] is een Mobiele (AR) Search/Browser applicatie voor Android die gebruik maakt van beeldherkenning. Context is hier in tegenstelling tot de andere applicaties niet de locatie, maar een scene of afbeelding waar de gebruiker naar kijkt. Met Google Goggles kan een foto genomen worden die omgezet wordt in een zoekopdracht. Het is bijgevolg niet nodig om de zoekopdracht te typen of in te spreken. De toepassing hoeft alleen maar geopend te worden waarna een foto gemaakt kan worden en de zoekresultaten verschijnen. Google Goggles werkt momenteel alleen met bepaalde types van beelden, zoals foto's van boeken en dvd's, monumenten, logo's, contact info, artwork, bedrijven, producten of tekst en is daarom een implementatie van het getagde locatie patroon, waarbij gebruikers actief beelden (=tags) ontsluiten. Google Goggles herkent ook barcodes en kan dus ook geclassificeerd worden onder sectie 6.2.

Besturingssystemen:

- Google Android

Conclusie

Layar, Wikitude, Aloqa en AroundMe zijn applicaties die werken volgens het POI principe. Het geolocatie kennislagen patroon zit bij al deze applicaties ingebakken in de code. Wikitude lijkt de makkelijkste manier om zelf POI's toe te voegen via een kaart. Via WIKITUDE.ME kunnen gebruikers zelf via een kaart locaties taggen. Deze POI's kunnen via WIKITUDE.ME echter niet gegroepeerd worden in een laag, wat wel kan met Aloqa en Layar. OpenGamaray biedt in vergelijking met deze applicaties meer mogelijkheden, daar het platform toelaat om geavanceerde acties te koppelen aan virtuele objecten. Een Gamaray dimensie kan bijvoorbeeld zo gemaakt worden dat wanneer op een virtueel object geklikt wordt, nieuwe objecten verschijnen. Een ontwikkelaar (of een student informatica) zou bijvoorbeeld een Gamaray dimensie kunnen programmeren waar vragen verstopt zitten. Het aanraken van zo'n vraag kan resulteren in een nieuwe dimensie die de antwoorden bevat. Het aanraken van het juiste antwoord resulteert in aanpassen van de score. Dergelijke scenario's zijn met Layar, Wikitude of Aloqa niet mogelijk.

5.3.2. Sociale Netwerken & Games

Toepassingen van augmented reality zijn ook populair in toepassingen zoals sociale netwerken en games. In leerparadigma's waarin het samenwerken belangrijk is en bij vormen van gesitueerd leren zijn dergelijke toepassingen inzetbaar.

Junaio

Met Junaio [<http://www.junaio.com>] kunnen gebruikers virtuele objecten plaatsen in de echte wereld. Zo is het mogelijk om notities, informatie over plaatsen en ervaringen te delen met vrienden. Junaio is daarmee een implementatie van het geolocatie kennislagen patroon. Junaio wordt echter geclassificeerd onder sociale netwerken, omdat deze applicatie werkt aan een integratie met Facebook. Zo kunnen gebruikers hun Junaio objecten of scènes delen op Facebook. Verder bestaat er nu reeds een integratie met Twitter: objecten in de echte wereld kunnen virtueel getagd worden met een Twitter account die vervolgens via AR gelezen kan worden.

Besturingssystemen:

- Google Android (in de toekomst)
- Apple iPhone

Firefighter 360

Firefighter 360 [<http://www.firefighter360.com>] is gebouwd op een eenvoudig spelconcept waarin de gebruiker virtuele brandjes moet blussen. De brandjes worden via een scherm geprojecteerd op de echte omgeving en lijken daardoor levensecht. Met een brandslang kan een waterstraal op de brand gericht worden, virtueel door de iPhone in de richting van de virtuele brand te houden. Hoewel het spel met behulp van AR technieken geprojecteerd wordt op het beeldscherm van de gebruiker is er geen relatie met objecten in de echte wereld. De branden worden ad random in de omgeving geplaatst.

Besturingssystemen:

- Apple iPhone (enkel op 3GS)

Gowalla

Met Gowalla kunnen gebruikers vrienden toevoegen en virtuele locaties bezoeken. Op zo'n locatie kunnen objecten achtergelaten worden die dan weer door anderen opgepikt kunnen worden. Als gebruiker van dit spel wordt de reputatie versterkt door zoveel mogelijk plaatsen te bezoeken. Er kunnen ook nieuwe locaties toegevoegd worden. De gebruiker wordt dan geregistreerd als oprichter van een plaats wat ook zijn reputatie versterkt in dit netwerk. Verder kan de gebruiker ook feedback achterlaten, zo kan in een restaurant bijvoorbeeld een gerecht aanbevolen worden. Gowalla implementeert het Tricorder interactiepatroon zonder camera.

Besturingssystemen:

- Google Android, Blackberry, e.a. (via de HTML webpagina)
- Apple iPhone (via een app in de App Store)



Afbeelding 15: Met Gowalla kan iemand plaatsen in de buurt ontdekken en virtueel bezoeken.

Conclusie

De meeste AR spelletjes die op de Android Market of in de Apple App Store aangetroffen werden lijken op Firefighter 360. Deze spelletjes gebruiken de camera om spelobjecten bovenop de echte wereld te projecteren. Vaak is er

echter geen relatie tussen de werkelijkheid en de objecten die getoond worden. Dergelijke spelletjes maken dus enkel gebruik van de versnellingssensor en het kompas om objecten te positioneren en vervolgens interactie met die spelobjecten mogelijk te maken. Spellen die de camera gebruiken om tags te herkennen en zo het getagde omgevingen patroon implementeren (zoals bv. Invizimals) werden voor iPhone en Android niet gevonden, maar zullen in de toekomst ongetwijfeld hun weg naar deze markten vinden.

Sociale netwerk toepassingen zoals Gowalla en Junaio zijn interessant omdat ze informeel leren mogelijk maken. Door sociale interacties via AR technieken aan te bieden krijgt informeel leren zo een nieuwe betekenis. Verder voegen deze applicaties het aspect reputatie toe aan AR werelden. Omdat gebruikers door hun acties in de AR wereld, hun reputatie versterken zijn ze gemotiveerd om actief bij te dragen tot een netwerk.

5.3.3. Onderwijs

Pocket Universe

Pocket Universe [<http://craicdesign.com>] is een sterrenkunde programma dat gebruik maakt van Tricorder met camera patroon. Met deze applicatie kan een gebruiker de hemel exploreren. Door de iPhone omhoog te richten kunnen hemellichamen gematched worden met hun naam en informatie. Het programma houdt rekening met jouw locatie op aarde, het tijdstip waarop het programma gebruikt wordt en richting waarin gekeken wordt om zo de hemellichamen te positioneren op het scherm. Verder kan de toepassing de gebruiker ook naar objecten leiden. Pocket Universe biedt ook een quiz aan die de kennis van hemellichamen toetst.

Besturingssystemen:

- Apple iPhone (3GS nodig voor AR view)

6. Showcase Locatory

Locatory is een augmented reality (AR) spel voor het Android besturingssysteem. Dit spel is een prototype en bouwt voort op de Gamaray open source AR browser om artefacten in het spel te maken. De AR applicatie Arena (hoofdstuk 5) is meer een auteursomgeving en gebaseerd op Locatory.

In het Locatory spel wordt het Tricorder patroon toegepast en kijken gebruikers via de camera naar de werkelijkheid om zich heen.

Hoewel Locatory zelf weinig onderwijskundige meerwaarde biedt, illustreert dit spel wel hoe een scenario gemaakt kan worden dat met behulp van AR gespeeld kan worden.

Meer informatie over het Locatory project: <http://code.google.com/p/locatory/>

Meer informatie over de Locatory Service:
<http://celstec1.appspot.com/locatory.html>

6.1. Het spelconcept

Het concept van het spel is vrij eenvoudig. Spelers kunnen met elkaar concurreren en virtuele kaarten verzamelen die verborgen zijn in augmented reality. Zodra een kaart is opgepakt, kan deze afgelegd worden op een fysieke locatie (Afbeelding 18). Wanneer een kaart op de juiste locatie wordt afgelegd, ontvangt de speler een punt.

Voorafgaand aan het afleggen van een kaart, moet de kaart worden genomen. Een spelontwerper kan setjes kaarten op verschillende locaties verbergen. Deze kaarten zijn voor de spelers zichtbaar met behulp van augmented reality-technieken (Afbeelding 18 A). Een gebruiker kan naar een locatie lopen en op een kaart klikken om deze om te draaien (Afbeelding 18 B). Door corresponderende kaarten na elkaar te openen, wordt de kaart toegevoegd aan de rugzak van een speler (Afbeelding 19).



Afbeelding 16: Het scannen van de omgeving en het selecteren van kaarten in Locatory



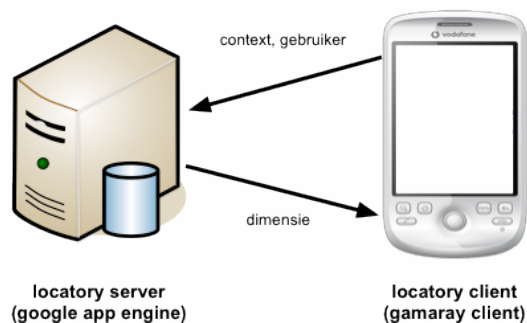
Afbeelding 17: Het selecteren van kaarten uit de rugzak en het neerleggen op locaties in de echte wereld

Een Locatory spel kan via een barcode gestart worden. Afbeelding 20 is een voorbeeld van zo'n barcode en kan via de ZXing barcode scanner omgezet worden naar een URL. Deze URL geeft een dimensie terug, een XML document met als MIME type "application/gamaray-gddf". Via dit MIME type kan de browser de Gamaray client automatisch opstarten met de ingescande dimensie. De ervaring voor de eindgebruiker is eenvoudig: een barcode wordt ingescand en het spel wordt automatisch opgestart.



Afbeelding 18: Voorbeeld Locatory barcode

6.2. Locatory architectuur en realisatie



Afbeelding 19: De Locatory architectuur

In deze sectie wordt beschreven hoe Locatory geïmplementeerd werd. Dit kan ter inspiratie dienen voor ontwikkelaars die zelf een AR scenario willen implementeren.

Locatory werd volledig als een webservice geïmplementeerd. Er werd gebruik gemaakt van de Google App Engine om de applicatie te hosten. Omdat deze Google service gratis gebruikt kan worden, hoeft er geen server worden aangekocht en zijn er ook geen beheerskosten. Locatory werd in JAVA geïmplementeerd met behulp van Java Data Objects, een technologie om JAVA objecten persistent te maken in een gegevensbank. Een alternatief voor deze technologie zou PHP met een MYSQL gegevensbank kunnen zijn.

De Gamaray client communiceert op een gestandaardiseerde manier met de Locatory server. Wanneer een gebruiker een kaart aanraakt, wordt een HTTP boodschap naar de Locatory server gestuurd.

```

POST /locatory?play=ar
Host: 192.168.1.2:8081
Connection: Keep-Alive
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded
Content-Length: 176

event=refreshOnTime&eventSrc=NULL&lat=41.45114779472351&lon=-
81.47621870040894&alt=219.0&bearing=61&pitch=-
92&width=480&height=294&uid=UID2021654377747552511&time=12488896
31459
  
```

Deze boodschap bevat de volgende parameters

- *Longitude* (lon) en *latitude* (lat) geven aan op welke GPS coördinaat de gebruiker zich bevindt.
- *Altitude* (alt) geef de hoogte aan. Let op deze parameter is vaak onbetrouwbaar.
- *Bearing* geeft de richting aan waar de gebruiker naar keek, op het ogenblik dat het bericht verzonden werd.
- *Pitch* geeft terug wat de hoek is waaronder het toestel vastgehouden werd. Zo kan de server achterhalen of de gebruiker naar beneden of naar boven keek.
- *Width* en *Height* zijn de hoogte en breedte van het scherm van de gebruiker in pixels. Een dimensie kan ook informatie bevatten die op het scherm (en dus niet in de AR wereld) gepositioneerd moet worden (bv. een knop of de rugzak van een gebruiker). Via deze parameters kunnen deze objecten correct gepositioneerd worden op het scherm.
- Voor elke smartphone wordt een *uniek nummer (UID)* gegenereerd waarmee een toestel geïdentificeerd wordt. Deze UID wordt met elke boodschap meegestuurd.
- *Time* is het (POSIX) tijdstip waarop de boodschap verstuurd werd. Dit nummer stelt het aantal milliseconden voor dat sinds 1 januari 1970 verstreken zijn.

De server gebruikt deze parameters om een dimensie te berekenen. Een dimensie bevat o.a. de kaarten die zichtbaar zijn voor de gebruiker. Het resultaat is een XML document dat bestaat uit 4 delen:

- Vooraan in het document staat algemene informatie zoals de naam van de dimensie (name), de URL die geladen moet worden wanneer de Gamaray client een refresh naar de server stuurt (refreshURL), de tijd in milliseconden die de Gamaray client moeten wachten alvorens een refresh uit te voeren (refreshTime) en de afstand in meter die een gebruiker moeten lopen alvorens een refresh uitgevoerd wordt.
- In een tweede deel van dit document worden een aantal artefacten gedefinieerd (bijvoorbeeld figuren) die zowel op het scherm als in de AR ruimte afgebeeld kunnen worden. De asset met identifier "defaultCardImage" verwijst naar een figuur die een speelkaart voorstelt. De andere assets verwijzen naar drie figuren die gebruikt worden om een scorebalk te tekenen op het scherm van de gebruiker.

- Vervolgens worden “features” gedefinieerd. Hier worden afbeelding uit deel 2 via de asset identifier gekoppeld aan een GPS locatie (location). Het “onPress” element geeft aan wat moet gebeuren wanneer een gebruiker de afbeelding aanraakt. In dit voorbeeld wordt een nieuwe dimensie geladen. In de URL die opgeroepen wordt ook aangegeven op welke kaart de gebruiker geklikt heeft.
- Tenslotte wordt in het deel “overlays” afbeeldingen op het beeldscherm weergegeven. Deze afbeeldingen worden niet gekoppeld aan een GPS locatie maar zijn relatief ten opzichte van de hoogte en breedte van het scherm (zie Afbeelding 22).



Afbeelding 20: De scorebalk bestaat uit 3 afbeeldingen die via “overlay” weergegeven worden op het beeldscherm

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<dimension version="1.0">
  <name>Locatory Dimension</name>
  <relativeAltitude>true</relativeAltitude>
  <refreshUrl>
    http://145.20.132.160:7070/locatory?p=ar
  </refreshUrl>
  <refreshTime><validFor>30000</validFor></refreshTime>
  <refreshDistance>
    <validWithinRange>10</validWithinRange>
  </refreshDistance>

  <assets>
    <asset id="defaultCardImage">
      <format>PNG</format>
      <url>http://sharetec.celstec.org/mobileIm/card\_small.png
    </url>
    </asset>
    <asset id="scoreClose">
      <format>PNG</format>
      <url>http://sharetec.celstec.org/mobileIm/score4.png</url>
    </asset>
    <asset id="scoreOpen">
      <format>PNG</format>
      <url>http://sharetec.celstec.org/mobileIm/score1.png</url>
    </asset>
  </assets>
</dimension>
```



```

</asset>
<asset id="scoreNumber_0">
  <format>PNG</format>
  <url>http://sharetec.celstec.org/mobileIm/score2-0.png</url>
</asset>
</assets>

<features>
<featureImg id="cl_CardLocation(7)">
  <assetId>defaultCardImage</assetId>
  <location><lat>50.877832</lat><lon>5.961252</lon></location>
  <anchor>CC</anchor>
  <onPress>dimension: http://145.20.132.160:7070/locatory?p=ar&cardLocationClick=CardLocation\(7\)
</onPress>
  <xLoc>0</xLoc>
  <yLoc>0</yLoc>
  <zLoc>0</zLoc>
  <showInRadar>0</showInRadar>
</featureImg>
</features>

<overlays>
<overlayImg id="scoreCloseOI">
  <assetId>scoreClose</assetId>
  <x>470</x>
  <y>10</y>
  <anchor>TR</anchor>
</overlayImg>
<overlayImg id="scoreOpenOI">
  <assetId>scoreOpen</assetId>
  <x>450</x>
  <y>10</y>
  <anchor>TR</anchor>
</overlayImg>
<overlayImg id="scoreNumber_0OI">
  <assetId>scoreNumber_0</assetId>
  <x>462</x>
  <y>10</y>
  <anchor>TR</anchor>
</overlayImg>
</overlays>

</dimension>

```

Afbeelding 21: Voorbeeld Locatory dimensie

7. Conclusie

In dit rapport werd de toepasbaarheid van AR voor het onderwijs onderzocht. Hoewel de interactiepatronen en educatiepatronen de educatieve meerwaarde duidelijk onderstrepen, worden hieronder toch een aantal bedenkingen geformuleerd. Desalniettemin, lijkt er een groot potentieel te zijn voor mobiele augmented reality in het onderwijsveld. Zo kunnen objecten in de echte wereld verrijkt worden met informatie en kan er voor virtuele interactie gezorgd worden tussen de gebruiker en de objecten in de echte wereld. Daarbij kan gedacht worden aan verschillende perspectieven om het leren te ondersteunen en meer in het algemeen om aanvullende informatie te verstrekken.

Bij mobiele applicaties voor smartphones die objecten projecteren op het videobeeld, wordt gebruik gemaakt van (een digitaal) kompas en GPS signaal. Er werd vastgesteld dat het kompas bij oudere smartphones (zoals bv. HTC G1) gevoelig is voor interferentie en het vaak laat afweten. Nieuwere toestellen zoals de iPhone 3GS en de HTC Hero hebben dit probleem minder vaak en hoeven minder vaak opnieuw gekalibreerd te worden.

Gebruikersinteractie staat nog in de kinderschoenen. Dit werd vastgesteld wanneer het Tricoder patroon gebruikt werd met een camera. Een eigenschap van het Tricoder patroon is dat gebruikers via een extern apparaat (een smartphone) informatie over de wereld krijgen. In het Locatory spel wordt dit patroon toegepast en kijken gebruikers via de camera naar de werkelijkheid om zich heen. Er werd vastgesteld dat dit resulteert in een vorm van tunnel vision. Dit spel werd twee maal gespeeld op de campus van de Open Universiteit met telkens vier teams. In bijna elk team, keken gebruikers na verloop van tijd enkel nog op het scherm van de smartphone. Auto's die een parkeerplaats op- en afreden werden nauwelijks waargenomen door de spelers, wat tot gevaarlijke situaties kan leiden. Momenteel volgen de technische ontwikkelingen elkaar in hoog tempo op. Er wordt verwacht dat er op het gebied van gebruikersinteractie nieuwe technologieën in de nabije toekomst hun intrede zullen doen. Zo zal met nieuwe vormen van interactie, zoals met geluid, de bruikbaarheid van AR in reële onderwijssituaties toenemen.

Er bestaan al verscheidene technologieën voor AR op een smartphone. Sommige applicaties zijn makkelijk te downloaden en kunnen direct ingezet worden. Met Wikitude kan de gebruiker via een webpagina makkelijk zelf

locaties taggen. Andere technologieën (zoals bijvoorbeeld OpenGamaray) vergen meer technische kennis en zijn slechts zinvol in combinatie met een uitgewerkt educatief scenario. Zelf met Gamaray een scenario of spel uitwerken (zoals Locatory) vereist kennis van XML en het programmeren van web toepassingen. Dit kan een beperkende factor zijn. Gebruikers die ervaring hebben met HTML en die al eens een dynamische website (bv. Met PHP of JAVA) geprogrammeerd hebben, zullen hier echter snel mee aan slag kunnen. Het programmeren van zo'n toepassing kan verrijkend zijn voor vakken waarin studenten een programmeertaal leren.

8. Referenties

Android. <http://www.android.com>

Arena. <http://www.surfnetkennisnetproject.nl/innovatie/augmentedreality/arena>

ARToolkit. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit>

Google App Engine. <http://code.google.com/appengine/>

Locatory project. <http://code.google.com/p/locatory/>

Locatory Service. <http://celstec1.appspot.com/locatory.html>

MagicBook. <http://www.hitlabnz.org/wiki/MagicBook>

Open Gamaray. <http://sourceforge.net/projects/opengamaray/>

QR-code generator. <http://qrcode.kaywa.com>

Benford, S., Schnoedelbach, H., Koleva, B., Anastasi, R., Greenhalgh, C., Rodden, T., et al. (2005). Expected, sensed, and desired: A framework for designing sensing-based interaction. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 12(1), 3-30.

Bruner, J. (1966). *Toward a Theory of Instruction*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the Craft of Reading, Writing, and Mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, Learning and Instruction* (pp. 453 - 494). Hillsdale N.J: Lawrence Erlbaum Associates.

Dewey, J. (1938). *Experience and Education*: Pocket Books.

Dewey, J. (1958). *Experience and Nature*. New York: Dover.

Hodges, S., Williams, L., Berry, M., Izadi, S., Srinivasan, J., Butler, A., Smyth, G., Kapur, N., & Wood, K. (2006). *"SenseCam: a Retrospective Memory Aid"*. In Dourish and A. Friday (Eds.): Ubicomp 2006, LNCS 4206, pp. 177 – 193, 2006. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Lamantia, J. (2009) *Inside Out: Interaction Design for Augmented Reality*, <http://www.uxmatters.com/mt/archives/2009/08/inside-out-interaction-design-for-augmented-reality.php>

Milgram P. and Kishino A. F., [*Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*](#), IEICE Transactions on Information and Systems, E77-D(12), pp. 1321-1329, 1994.

Naismith, L., Lonsdale, P., Vavoula, G., & Sharples, M. (2004). *Literature Review in Mobile Technologies and Learning* (Literature Review No. 11): University of Birmingham.

Pask, A. G. S. (1976). *Conversation Theory: Applications in Education and Epistemology*. Amsterdam and New York: Elsevier

Paiget, J. (1970). *The Science of Education and the Psychology of the Child*, New York: Grossman.

Rumelhart, D. & Norman, D. (1978). Accretion, tuning and restructuring: Three modes of learning. In J.W. Cotton & R. Klatzky (eds.), *Semantic Factors in Cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals think in Action*. Maurice Temple Smith, London.

Schön, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.

Shelton, B. (2002) *Augmented Reality and Education: Current Projects and the Potential for Classroom Learning*, <http://www.newhorizons.org/strategies/technology/shelton.htm>

Specht, M. (2009). Learning in a Technology Enhanced World: Context in Ubiquitous Learning Support. Inaugural Address. September, 11, 2009, Heerlen, The Netherlands: Open University of the Netherlands.

Spiro, R. J., Coulson, R. L., Feltovich, P. J., & Anderson, D. (1988). Cognitive flexibility theory: Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Proceedings of 10th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Sticht, T. (1988). Adult literacy education In *Review of Research in Education* (Vol. 15). Washington, DC: American Education Research Association.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.

Wagner, D. (2009) History of Mobile Augmented Reality, retrieved online from <https://www.icg.tugraz.at/~daniel/HistoryOfMobileAR/>

Wenger, E., & Lave, J. (1991). *Situated Learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Zimmermann, A., Lorenz, A., & Oppermann, R. (2007). An Operational Definition of Context. Paper presented at the Context 07.

Zimmermann, A., Lorenz, A., & Specht, M. (2005). Personalization and Context-Management. User Modeling and User Adaptive Interaction (UMUAI), Special Issue on User Modeling in Ubiquitous Computing, 15(3-4), 275-302.